



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 07335952 A

(43) Date of publication of application: 22.12.95

(51) Int. Cl.

H01L 41/083

H01L 41/22

(21) Application number: 06165731

(22) Date of filing: 14.06.94

(71) Applicant: CHICHIBU ONODA CEMENT CORP

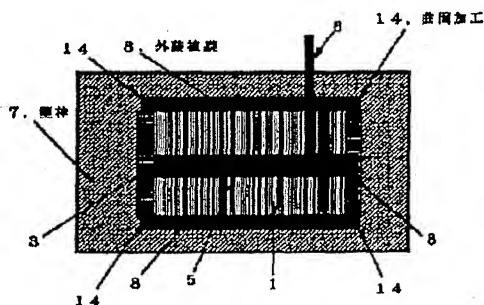
(72) Inventor: KATOU TOMOYOSHI  
ISHIMORI MASAKI  
KUMAMOTO KENJI(54) LAYER-BUILT PIEZOELECTRIC ACTUATOR  
DEVICE AND ITS MANUFACTURE

## (57) Abstract:

**PURPOSE:** To suppress the deterioration of the insulation resistance of a layer-built piezoelectric actuator device which is expanded and contracted by the application of a voltage in a high humidity environment without sacrificing the displacement characteristics and improve the reliability of the device.

**CONSTITUTION:** A layer-built piezoelectric actuator device 1 is fixed to a frame 7 and resin is cast into the space between the frame 7 and the device 1 and cured. Thus, the layer-built piezoelectric actuator device having an outer covering which is fine and has a uniform thickness can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-335952

(43) 公開日 平成7年(1995)12月22日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>H 0 1 L 41/083  
41/22

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 41/ 08  
41/ 22S  
Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 書面 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-165731

(22) 出願日 平成6年(1994)6月14日

(71) 出願人 000000240

秩父小野田株式会社

東京都港区西新橋二丁目14番1号

(72) 発明者 加藤 友好

千葉県佐倉市大作二丁目4番2号 小野田

セメント株式会社中央研究所内

(72) 発明者 石森 正樹

千葉県佐倉市大作二丁目4番2号 小野田

セメント株式会社中央研究所内

(72) 発明者 熊本 憲二

千葉県佐倉市大作二丁目4番2号 小野田

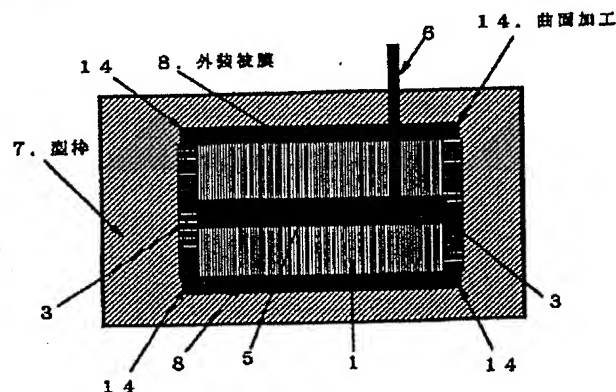
セメント株式会社中央研究所内

## (54) 【発明の名称】 積層型圧電アクチュエーター素子およびその製造方法

## (57) 【要約】

【目的】 電圧を印加する事により伸縮する積層型圧電アクチュエーター素子において、変位特性を損なう事無く、高温度の環境下での素子の絶縁抵抗劣化を少なくし、信頼性を向上させる。

【構成】 型枠に積層型圧電アクチュエーター素子を固定し、型枠と素子との間隙に樹脂を流し込み、硬化させて形成された、緻密で厚みの均一な外装被膜を有する積層型圧電アクチュエーター素子。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電圧を印加することにより伸縮する積層型圧電アクチュエーター素子において、その外装被膜が緻密で厚さが均一であることを特徴とする積層型圧電アクチュエーター素子。

【請求項2】 電圧を印加することにより伸縮する積層型圧電アクチュエーター素子に外装被膜を形成する際、外装被膜の厚さを加味した大きさの型枠に当該素子を固定し、型枠と素子との間に形成される間隙に樹脂を注入し、硬化させて緻密で厚さの均一な外装被膜を形成することを特徴とする積層型圧電アクチュエーター素子の製造方法。

【請求項3】 型枠の間隙に樹脂を注入するに先立ち、型枠を予め所定の温度に昇温保持することを特徴とする請求項2記載の積層型圧電アクチュエーター素子の製造方法。

【請求項4】 型枠の下部に樹脂注入口を設け、上部には空気逃げ口を設けたことを特徴とする請求項2または3記載の積層型圧電アクチュエーター素子の製造方法。

【請求項5】 型枠内の壁面が交叉する角部を曲面とすることを特徴とする請求項2、3または4記載の積層型圧電アクチュエーター素子の製造方法。

【請求項6】 型枠を透明性でかつ伸縮性を有する材質にて形成することを特徴とする請求項2、3、4または5記載の積層型圧電アクチュエーター素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の技術分野】本発明は、高温度の環境下における信頼性の高い積層型圧電アクチュエーター素子に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来の積層型圧電アクチュエーター素子は、外装被膜を形成する際、ディッピング法や粉末塗装技術が利用されてきた。しかしこれらの方法で形成された外装被膜は、①厚みのバラツキが大き（特にエッジ部分が薄くなる）。②樹脂が粗になる部分があり、緻密な被膜を形成できない。③被膜に厚みを持たせることができない（500 $\mu$ m程度が限界）。この様な問題点のため高温度の環境下で積層型圧電アクチュエーター素子を駆動させると素子と樹脂の界面や外装被膜の薄い部分や樹脂が粗になっている部分から水分が内部に浸入し、素子の絶縁抵抗が劣化して本来の変位特性が得られなくなるという欠点を有していた。また、水分が素子内部へ浸入するのを防ぐ為に金属を用いて、封止する方法もあるが金属の管内に積層型圧電アクチュエーター素子を封入する場合は、素子の変位を妨げないようにベローズ等の伸縮部を有する精密な構造の金属管を用いる必要があるためコスト高となり、封入工程も複雑になるという欠点を有していた。

## 【0003】

【本発明が解決しようとする課題】本発明は、積層型圧電アクチュエーター素子に緻密で厚みの均一な外装被膜を形成することにより、高温度の環境下で素子を駆動させても、変位量が減少することなく、素子の絶縁抵抗劣化が少ない信頼性の高い素子を効率良く生産し、安価に提供する事を目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、型枠を使用して緻密で均一な厚みを有する外装被膜を形成することに成功した。すなわち、樹脂を型枠に注入する時は予め樹脂を加熱し、粘度を低下させてから使用する。また、素子を固定した型枠を予め加熱して型枠内に注入された樹脂が急激に冷えて粘度が上昇するのを防止する。

【0005】また、型枠の下部に樹脂注入口を設けさらに上部の空気の逃げ口を設けることにより、下部に気泡を持った不良品が減り、歩留りが向上する。

【0006】図6に明示した如く、型枠内に素子を設定しやすくするために、位置合わせ用の窪みを設ける。さらに型枠の材質を透明（半透明）な物で作成すると、素子が型枠中央に固定されているか否か目視で確認可能となる。

【0007】図6に明示した如く、型枠内の壁面が交叉する角部を丸めることにより、外装被膜が欠けることが無くなる。

## 【0008】

【作用】型枠内で樹脂を硬化させて被膜を形成するため、従来のディッピング法や粉末塗装のように厚み、樹脂の密度にバラツキがなく、エッジ部分にもしっかりと被膜させることが可能である。また、膜厚も型枠の大きさによって任意の厚みを形成することが可能となる。この様に従来の技術的問題点を解決した本発明によって、緻密で均一な外装被膜を形成した積層型圧電アクチュエーター素子は高温度の環境下で駆動させた場合、素子の絶縁抵抗の劣化が少ないため、信頼性が向上し、積層型圧電アクチュエーター素子の利用範囲が広がる。また、金属管封入型の積層型圧電アクチュエーター素子に比べ、コンパクトで安価な素子を提供することが可能となる。

【0009】この発明の他の目的と特徴および利点は以下の添付図面に沿った詳細な説明によって明らかになる。

## 【0010】

【実施例】PZTの微粉末にバインダー、溶剤、分散剤、消泡剤を加え、アトライターで分散した後、真空脱泡後、ドクターブレード成形により厚さ100 $\mu$ mのグリーンシートを得た。これにAg/Pdペーストを内部電極として印刷し、これを130枚積層、圧着した。これらの積層体を焼成し、切断後外部電極としてAgを焼き付け、リード線を付け、分極処理をして積層型の積層

型圧電アクチュエーター素子を得た。

【0011】図1に示すように、積層型圧電アクチュエーター素子の変位面（上下面）をマスキングテープで覆った後、図2に示す様に素子を型枠にセットし、型枠を75℃に保たれた恒温槽に入れ、加熱する。この時温度が低すぎると樹脂の流れが悪くなり、逆に高すぎるとハンドリングが悪くなる。次に型枠内に外装用の樹脂を流し込み、（今回は被膜樹脂の厚みが0.8mmになるような型枠を使用した。）再び恒温槽に入れ、硬化させる。外装樹脂が硬化した後、素子を型枠から取り出し、マスキングテープを剥がし、緻密な外装被膜を有する積層型圧電アクチュエーター素子を得た。（図3）比較のために従来方法のディッピング法で被膜した素子も作成した。（図4）

【0012】積層型圧電アクチュエーター素子は、150Vを印加したときの変位量、及び40℃、90%RHの環境下でDC150Vを印加し続けた場合に、素子の絶縁抵抗が10MΩ以下になるまでの時間（耐久時間）で評価した。本発明のキャストリング法によって外装被膜された素子、従来のディッピング法によって外装被膜された素子、それぞれ10個ずつ作製し、上記の条件で変位量、耐久時間を測定した。その結果、変位量は従来品と同等の値を示し、高湿度環境下での耐久性は図5に示すように10倍以上も改善された。

【0013】

【発明の効果】上述した様に、この発明の積層型圧電アクチュエーター素子の製造方法によれば、緻密で厚みが均一で、かつ気泡の混入が無い外装被膜の形成が可能となり、高湿度環境下での耐久性に優れた素子を効率良く生産することが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】変位面にマスキングテープを貼った積層型圧電

アクチュエーター素子の概要斜視図

【図2】型枠に固定された積層型圧電アクチュエーター素子の断面概要図

【図3】外装被膜された積層型圧電アクチュエーター素子の概要斜視図

【図4】ディッピング法で外装被膜を形成した積層型圧電アクチュエーター素子の概要斜視図

【図5】高湿度環境下における絶縁抵抗の経時変化を表すグラフ

【図6】型枠の概要図

【図7】型枠の概要図

【図8】型枠の概要図

【図9】型枠の概要図

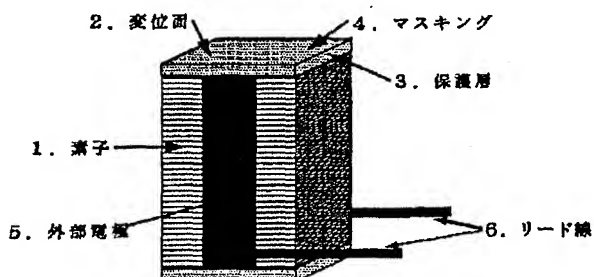
【図10】気泡混入、エッジ部分が欠けた積層型圧電アクチュエーター素子の概要斜視図。

【図11】位置合わせ不良の積層型圧電アクチュエーター素子断面概要図。

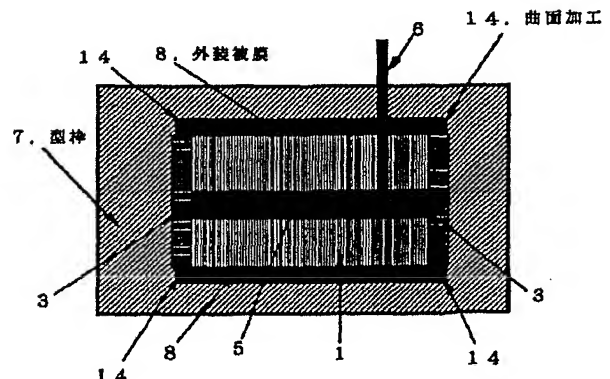
【符号の説明】

1. 積層型圧電アクチュエーター素子
2. 変位面
3. 保護層
4. マスキングテープ
5. 外部電極
6. リード線
7. 型枠
8. 外装被膜
9. 位置合わせ用窪み
10. 樹脂注入口
11. 空気逃げ口
12. 外装被膜に残留した気泡
13. 外装被膜のエッジ部分の欠け
14. 曲面加工された角部

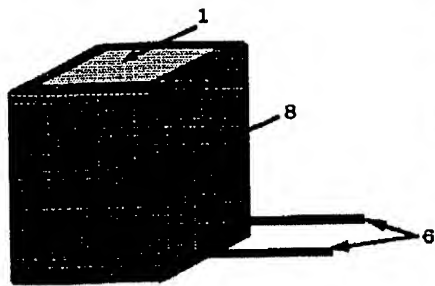
【図1】



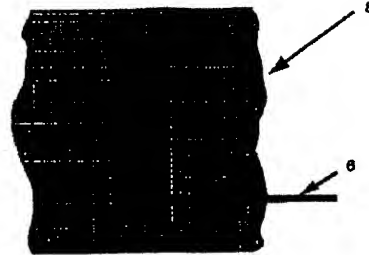
【図2】



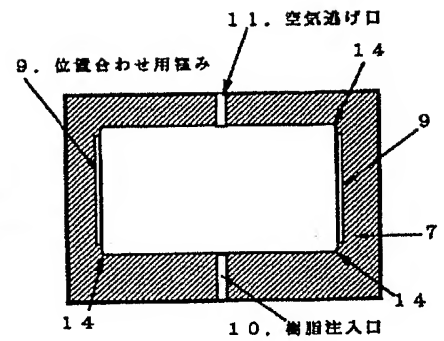
【図3】



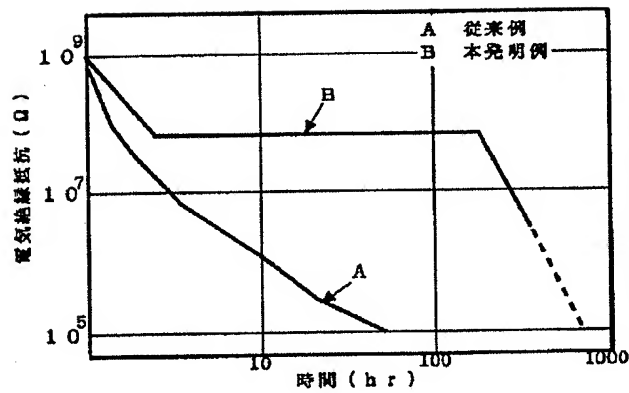
【図4】



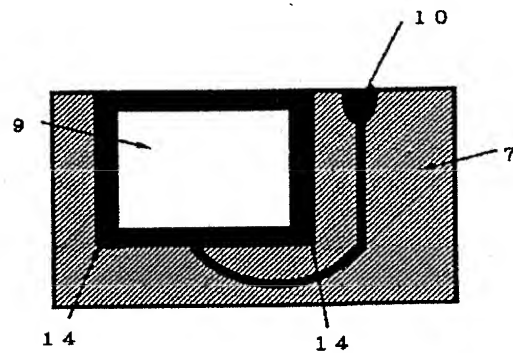
【図6】



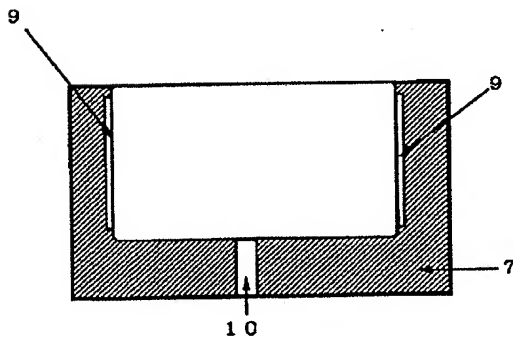
【図5】



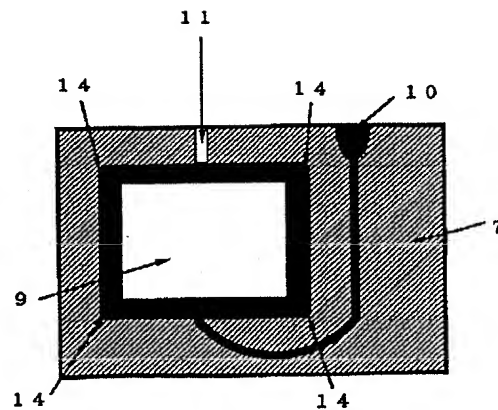
【図9】



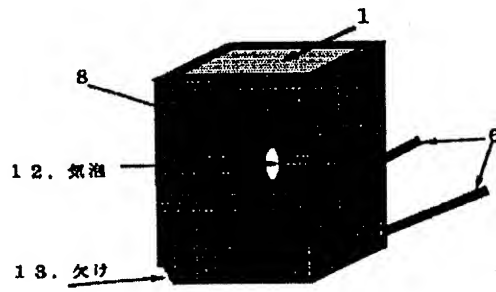
【図7】



【図8】



【図10】



【図11】

